

### 3. INDAGINI SULLO ZOOPLANCTON E SULLA RETE TROFICA PELAGICA ATTRAVERSO ANALISI D'ISOTOPI STABILI

#### 3.1. Analisi di isotopi stabili di carbonio e azoto e rete trofica pelagica

Le analisi dei segnali isotopici di carbonio e azoto dei diversi taxa componenti il popolamento zooplanctonico del Lago Maggiore sono state eseguite anche per il 2012 con le metodiche oramai consolidate, nelle tre stazioni previste dal progetto e in quella più a nord lungo l'asse principale del lago, ubicata al largo dell'abitato di Locarno. Questo al fine di rendere possibile anche un confronto con quanto rilevato nell'ambito del programma relativo al monitoraggio di inquinanti organici persistenti nello zooplancton del lago, per i quali la stazione di Locarno era stata prevista.

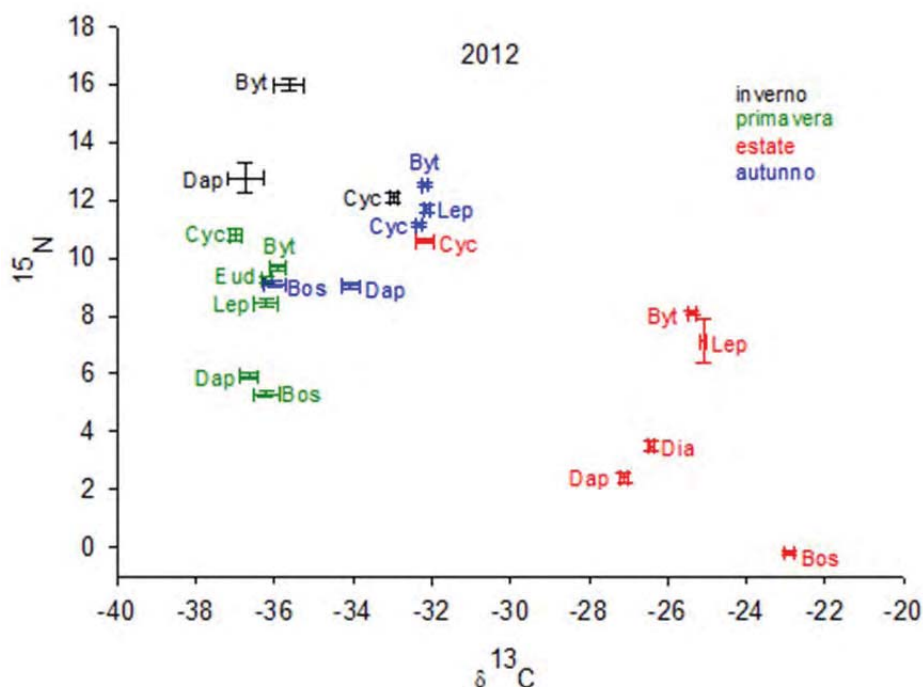


Fig. 3.1.1. Segnali isotopici di carbonio e azoto dei diversi taxa zooplanctonici (valori medi delle repliche dei campioni prelevati entro lo strato 0-50 m nelle stazioni di Ghiffa, Baveno, Lesa e Locarno con relativi errori standard delle misure) nelle quattro stagioni dell'anno 2012.

I risultati ottenuti hanno confermato la completa replicabilità dei segnali/taxa specifici nelle diverse stazioni di campionamento. I dati relativi alle singole stazioni ad ogni data sono stati pertanto considerati alla stregua di repliche. I dati riassuntivi delle quattro stagioni sono rappresentati nel grafico trofochimico mostrato in figura 3.1.1. I diversi colori indicano i mesi nei quali sono state eseguite le raccolte dei campioni zooplanctonici qualitativi dai quali venivano, di volta in volta, selezionati i diversi taxa componenti il popolamento. In generale, ogni punto sul grafico rappresenta la media di otto misure, due per ogni stazione di provenienza del materiale. Come si può osservare dal grafico in figura, le barre di errore standard sono molto piccole, sia per il segnale isotopico del carbonio, sia per quello dell'azoto. Tale bassa variabilità è senz'altro da attribuire al fatto che la rappresentatività di ogni campione è molto alta, essendo esso

ottenuto da un numero di individui/taxon molto elevato, compreso tra un minimo di 20 e un massimo di seicento, dipendentemente dal peso individuale degli organismi che lo costituivano. Variabilità individuali, legate a differenti condizioni fisiologiche e/o di età e taglia delle popolazioni di appartenenza venivano dunque poco o punto rappresentate in campioni di questo tipo. Del resto, scopo del lavoro era proprio quello di identificare le variazioni stagionali nell'utilizzo delle fonti alimentari e nelle posizioni trofiche dei diversi taxa zooplanctonici.

Tali variazioni sono risultate, nell'anno 2012, pienamente in linea con quanto rilevato negli altri anni del quinquennio. Valori più negativi del segnale isotopico del carbonio (dell'ordine di  $-36 \delta^{13}\text{C}\text{‰}$ ) hanno caratterizzato il periodo invernale e la primavera. Le analisi hanno rivelato come in gennaio gli organismi presenti, in particolar modo *Bythotrephes*, fossero massimamente arricchiti nel segnale isotopico dell'azoto, così come osservato in tutti gli anni del quinquennio. Meno arricchiti e non solidali con il fingerprint isotopico del carbonio rispetto a *Bythotrephes* sono risultati i ciclopidi. A maggio, quando taxa diversi contribuivano al popolamento, è emerso come i ciclopidi tendessero ad essere più arricchiti in  $^{15}\text{N}$  rispetto ai diaptomidi e a *Bythotrephes*. Questi ultimi due sono risultati avere il medesimo fingerprint isotopico dell'azoto; nelle condizioni di sostanziale omogeneità di segnale isotopico del carbonio per essi rilevate in questo momento dell'anno il fatto che diaptomidi e *Bythotrephes* abbiano lo stesso fingerprint isotopico dell'azoto sta ad indicare come essi svolgano un comune ruolo trofico. Sempre a maggio, lievemente meno arricchito nell'isotopo pesante dell'azoto è risultato il fingerprint di *Leptodora*, ad indicare il possibile utilizzo, in questa fase, di prede diverse rispetto a quelle utilizzate da altri predatori zooplanctonici. L'analisi dei segnali delle due prede potenziali presenti in questo momento, *Daphnia* e *Bosmina*, suggerisce come *Leptodora* possa essere legata alla seconda, essendo quest'ultima caratterizzata dai livelli più bassi di arricchimento in  $^{15}\text{N}$  rinvenuti nel corso del 2012. A tal proposito occorre qui ricordare come, essendo le analisi isotopiche limitate alla sola componente a crostacei, non sia possibile verificare l'eventuale importanza, in questa fase del loro massimo rigoglio numerico, dei rotiferi zooplanctonici. Che *Leptodora* possa utilizzare, oltreché *Bosmina*, anche colonie di *Conochilus* è fatto noto in letteratura (e.g. relativamente al Lake Washington da Edmondson & Litt). Tuttavia, dati relativi proprio al fingerprint isotopico di colonie di *Conochilus* sembrerebbero indicare per questi ultimi un segnale molto arricchito in  $^{15}\text{N}$ , certamente non comparabile con quello misurato per *Bosmina* (Fadda, 2012). Ricerche ulteriori saranno necessarie per meglio chiarire il ruolo, quanto meno, dei rotiferi coloniali, all'interno del popolamento zooplanctonico.

Con il procedere del riscaldamento, il consolidamento della stratificazione e la netta distinzione tra acque superficiali e acque più profonde, i diversi taxa sono risultati diversificarsi maggiormente, oltreché per il segnale isotopico dell'azoto, anche per quello del carbonio: valori più negativi, vale a dire più impoveriti nell'isotopo più pesante, hanno caratterizzato i ciclopidi ( $-32 \delta^{13}\text{C}\text{‰}$ ), mentre gradualmente meno impoveriti sono risultati i segnali isotopici del carbonio di *Daphnia* e *Diaphanosoma* ( $-27 \delta^{13}\text{C}\text{‰}$ ), *Bythotrephes* e *Leptodora* ( $-25 \delta^{13}\text{C}\text{‰}$ ), *Bosmina* ( $-23 \delta^{13}\text{C}\text{‰}$ ). Le differenze "stepwise" sono risultate al limite di quelle ritenute indicative di un frazionamento ( $\leq 2\text{‰}$ ). Il differenziamento nei valori del segnale isotopico del carbonio riflette l'utilizzo di fonti diverse, anche in relazione a differenze nella distribuzione verticale dei taxa analizzati, essendo tendenzialmente gli strati d'acqua più superficiali meno impoveriti rispetto a quelli più profondi. Con la stratificazione termica, dunque, i ciclopidi sembrerebbero conservare la loro preferenza per strati d'acqua più profondi, mentre verso acque più

superficiali tenderebbero a migrare, quanto meno durante il giorno, gli altri taxa zooplanctonici. Tra essi, la più superficiale sembrerebbe essere *Bosmina*. Il suo fingerprint isotopico dell'azoto, molto prossimo allo zero, sembrerebbe inoltre confermare la tendenza ad utilizzare anche cianofitiche coloniali.

Mentre il generale andamento stagionale del fingerprint isotopico del carbonio sembrerebbe riflettere, sostanzialmente in tutti i taxa zooplanctonici, l'andamento delle temperature medie entro la colonna d'acqua campionata, con valori di  $\delta^{13}\text{C}$  più negativi nel periodo freddo e valori via via meno negativi in quello più caldo, la dinamica stagionale dell'azoto, con valori più arricchiti nel periodo invernale e valori più impoveriti nei mesi centrali dell'anno, sembrerebbe legata sia a fattori interni della popolazione, sia all'utilizzo di fonti alimentari diverse, sia ad una regolazione dall'alto, conseguente alla pressione di predazione da parte dei pesci zooplanctivori (Visconti et al. 2013).

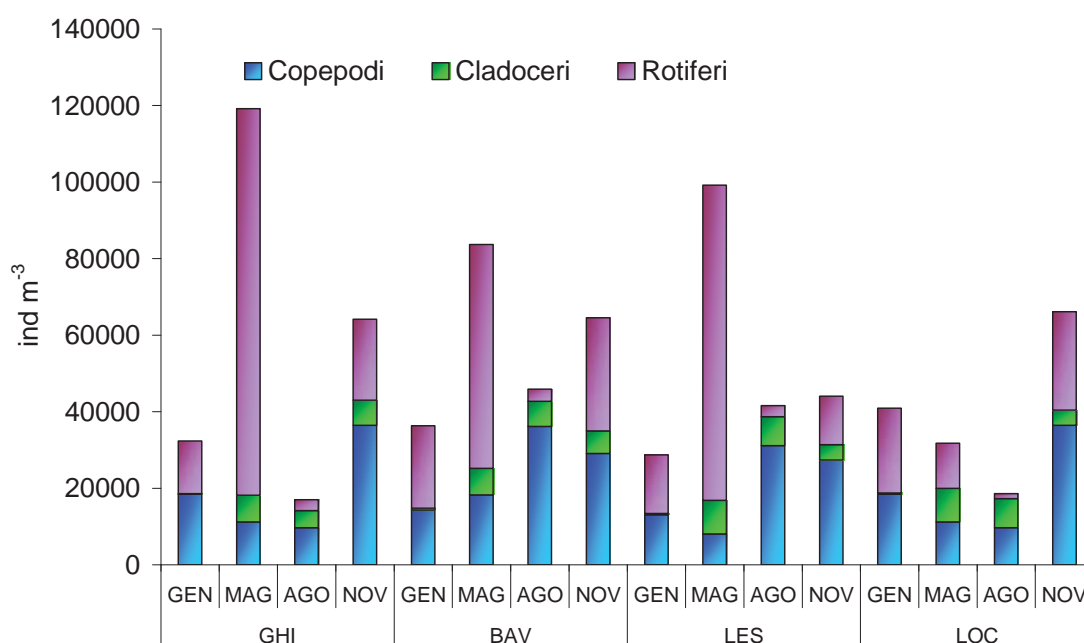


Fig. 3.1.2. Densità di popolazione dei tre gruppi costituenti lo zooplancton di rete del Lago Maggiore (strato 0-50 m) nelle diverse stazioni e nei quattro momenti stagionali del 2012.

Nel corso del 2012 sono stati come di consueto prelevati campioni zooplanctonici nelle tre stazioni italiane di Ghiffa (sito del monitoraggio a lungo termine), Baveno, Lesa, e nella stazione svizzera di Locarno. I campioni zooplanctonici sono stati raccolti stagionalmente con le metodologie usuali, ovvero tramite due plankton sampler di Clarke-Bumpus armati di rete a maglie da 76 e 126  $\mu\text{m}$  rispettivamente, trascinati lungo una traiettoria sinusoidale entro lo strato d'acqua 0-50 m, nel quale lo zooplancton risulta principalmente distribuito. L'analisi microscopica ha consentito di quantificare il contributo dei diversi taxa zooplanctonici alla densità di popolazione totale nei diversi momenti stagionali e nelle diverse stazioni di prelievo.

I risultati del conteggio dei 36 campioni sono riportati nelle figure 3.1.2., 3.1.3., 3.1.4. e 3.1.5.

L'analisi della densità di popolazione dei tre gruppi costituenti lo zooplancton di rete (cladoceri, copepodi e rotiferi; Fig. 3.1.4.) evidenzia una sostanziale omogeneità

nell'andamento stagionale delle diverse componenti nelle diverse stazioni. Con la sola eccezione della stazione di Locarno, la massima densità di popolazione viene registrata nel mese di Maggio, in conseguenza dello sviluppo numerico della componente a rotiferi del popolamento zooplanctonico. I valori assoluti di densità sono, come rilevato per il passato, massimi nella stazione di Ghiffa (sito del monitoraggio a lungo termine), intermedi in quella di Lesa e lievemente inferiori, rispetto a quest'ultima, in quella di Baveno. Un secondo picco in densità, di minore entità rispetto a quello primaverile, viene registrato in autunno, ed è sostanzialmente determinato dai copepodi, in particolare dagli organismi negli stadi di sviluppo naupliare. Nella stazione di Locarno, nella quale non è stato rilevato il picco di Maggio, assume un rilievo maggiore la fase di sviluppo autunnale. La peculiarità di tale stazione è con tutta probabilità legata al fatto che le frequenze stagionali di campionamento non sono state tali da individuare, laddove vi fosse un eventuale ritardo, anche solamente di una settimana, il momento di maggiore sviluppo della componente numericamente predominante. Trattandosi della stazione ubicata a Nord lungo l'asse del lago, temperature inferiori a quelle delle altre stazioni potrebbero infatti essere responsabili di un ritardo nella crescita numerica dei rotiferi rispetto alle altre stazioni. Tale ritardo nello sviluppo della componente predominante del popolamento potrebbe aver compromesso il rilevamento del picco di densità del popolamento zooplanctonico nella stazione svizzera nel momento del campionamento.

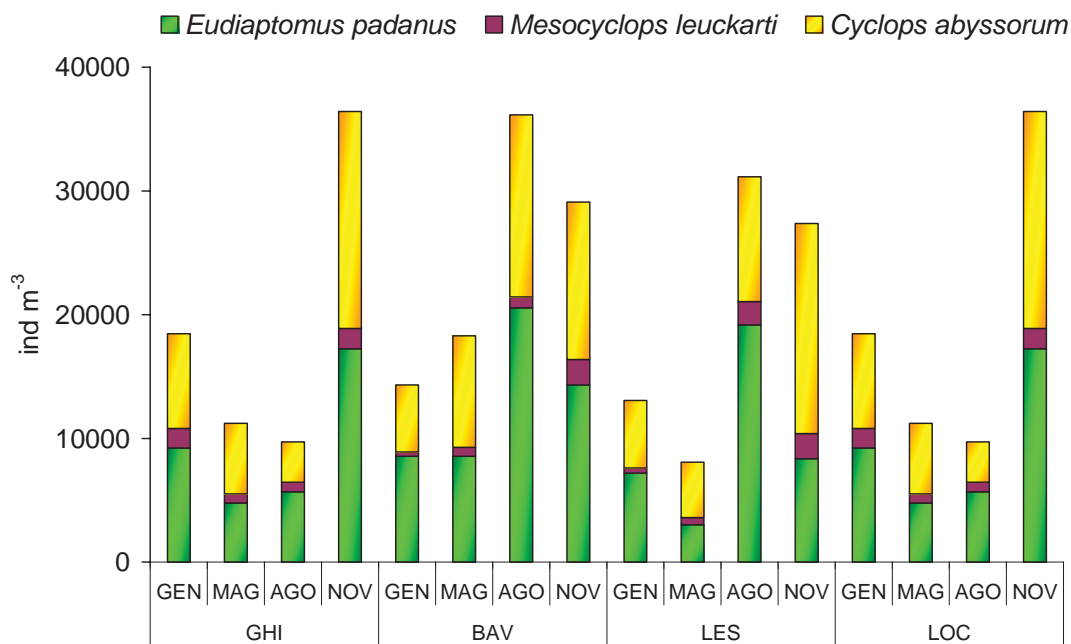


Fig. 3.1.3. Densità di popolazione dei copepodi del Lago Maggiore (strato 0-50 m) nelle diverse stazioni e nei quattro momenti stagionali del 2012.

Tre sono le specie che compongono il popolamento a copepodi (Fig. 3.1.5.) all'interno dello zooplancton del lago: un calanide, *Eudiaptomus padanus*, e due ciclopidi, *Cyclops abyssorum* e *Mesocyclops leuckarti*. Da tempo è stato rilevato come si sia persa la vicarianza stagionale che un tempo caratterizzava le due specie di ciclopidi. Esse sono infatti contemporaneamente presenti lungo l'intero arco dell'anno. Delle due, tuttavia, prevale nettamente in termini di densità *C. abyssorum*, la specie di taglia maggiore.

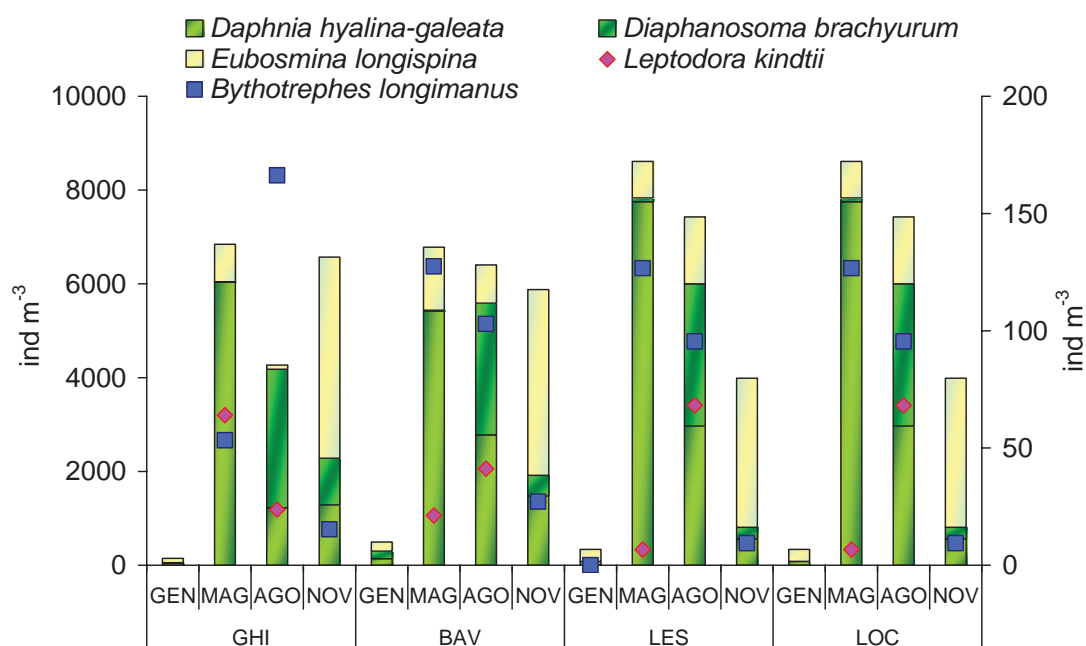


Fig. 3.1.4. Densità di popolazione dei cladoceri con distinzione dei predatori (*Bythotrephes* e *Leptodora*, asse secondario), del Lago Maggiore (strato 0-50 m) nelle tre diverse stazioni e nei quattro momenti stagionali del 2012.

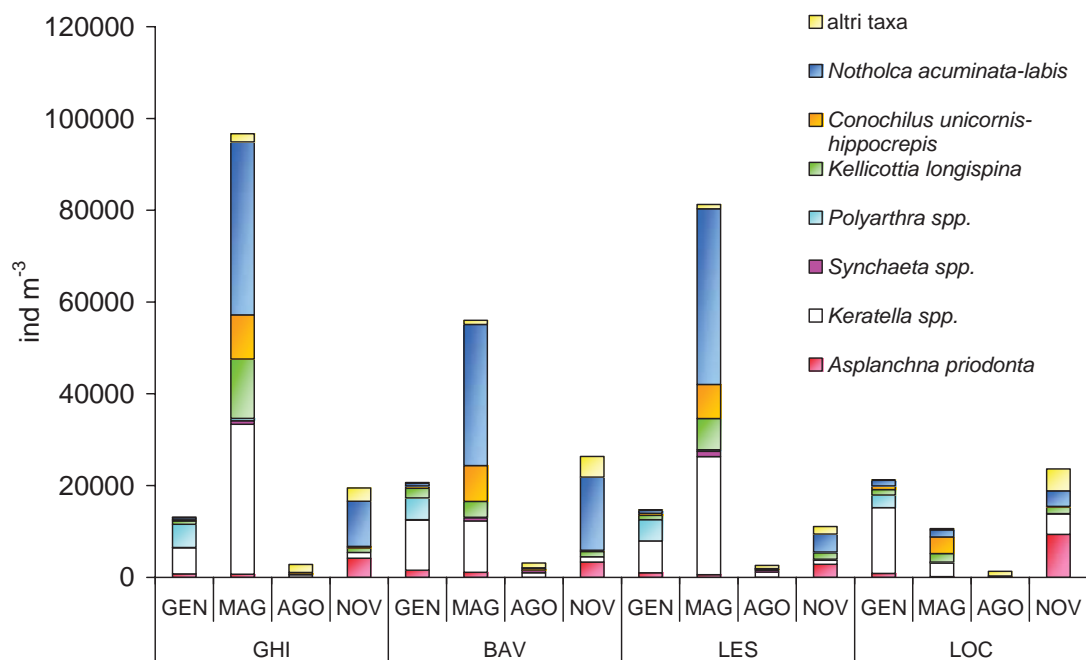


Fig. 3.1.5. Densità di popolazione dei rotiferi zooplanctonici rinvenuti nei campioni di rete (strato 0-50 m) nelle diverse stazioni e nei quattro momenti stagionali del 2012.

In tutte e quattro le stazioni, il picco in densità dei copepodi è stato registrato nel mese di Agosto, con un contributo alla densità di popolazione totale pari a circa il 60%. Tale picco coincide con il momento nel quale tendono a predominare i diaptomidi calanoidi. Nel complesso, i livelli di densità numerica dei copepodi zooplanctonici sono risultati,

nell'anno 2012, non dissimili da quelli rilevati nel 2011. Alla luce del fatto che il massimo contributo numerico è quasi sempre determinato dagli organismi negli stadi di sviluppo naupliari, non è essenziale soffermarsi troppo su eventuali differenze tra stazioni nell'entità dei picchi, le quali possono essere conseguenti ad un lieve anticipo o ritardo nello sviluppo, in conseguenza di differenti tempi di riscaldamento, non rilevabili se non con frequenze di campionamento più assidue di quelle a noi richieste nell'ambito delle attività di monitoraggio previste.

L'analisi della componente a cladoceri permette di evidenziare come, nell'anno 2012, valori non trascurabili di abbondanza numerica siano stati rinvenuti, oltreché a Maggio, anche ad Agosto e, sia pure in misura minore, a Novembre. Diversa è stata, nei tre mesi, la struttura del popolamento, con la prevalenza, a Maggio, di *Daphnia*, ad Agosto, di *Diaphanosoma*, e a Novembre di *Eubosmina*. Tale successione ha un significato importante, in quanto indicativa di una tendenza del lago al ritorno di condizioni tipiche degli anni ottanta. Lo sviluppo numerico di *Diaphanosoma* si associa a condizioni di spiccata stratificazione termica, con una tendenza a colonizzare soprattutto lo strato d'acqua compreso entro i primi 10-15 m di profondità (Manca & de Bernardi, 1993 a,b). Lo sviluppo numerico di *Eubosmina* in Novembre potrebbe, invece, essere legato alla presenza di specie algali filamentose.

La presenza dei grossi cladoceri predatori (*Leptodora kindtii* e *Bythotrephes longimanus*) raggiunge il picco massimo in primavera mantenendo valori simili anche in estate per poi crollare alla fine dell'anno. La figura 3.1.6. evidenzia inoltre la netta e costante predominanza del carnivoro *B. longimanus* rispetto a *L. kindtii*.

L'analisi dei rotiferi (Fig. 3.1.7.), la più piccola componente zooplanctonica, ha mostrato l'atteso picco primaverile a seguito dello sviluppo fitoplanctonico in tutte le stazioni tranne che in quella svizzera come già sopra riportato. Ancora una volta è stata riscontrata una sostanziale omogeneità sia in termini numerici che di composizione delle stazioni italiane, tranne che in primavera quando si osservano le differenze più consistenti in termini di densità numerica. Come già sottolineato negli anni precedenti le specie più importanti dal punto di vista della densità numerica sono state: *Keratella spp.*, *Conochilus unicornis-hippocrepis*, *Asplanchna priodonta*, *Synchaeta spp.*, *Kellicottia longispina*, *Polyarthra spp.* e *Notholca acuminata-labis*.

## Bibliografia

- Fadda A. 2013. Trophic webs in aquatic Mediterranean freshwater environments: applying carbon and nitrogen Stable Isotope Analysis (C, N S.I.A.) to Lake Sos Canales (Sardinia, Italy). PhD Thesis, Environmental Biology, University of Sassari, XXIV cycle: 153pp.
- Manca, M and R. de Bernardi (1993a). Indagini sullo zooplancton. In: Commissione Internazionale per la protezione delle acque Italo-Svizzere. Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti Limnologici. Programma quinquennale 1988-1992 (Campagna 1992) e rapporto quinquennale 1988-1992: 68-78.
- Manca, M. & R. de Bernardi. 1993b. Osservazioni conclusive. Considerazioni generali sull'evoluzione a lungo termine dei popolamenti planctonici. Zooplancton. In: C.N.R. Istituto Italiano di Idrobiologia, Ricerche sull'evoluzione del Lago Maggiore. Aspetti limnologici. Campagna 1992 e Rapporto quinquennale 1988-1992. Ed. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere: 117-121.

Visconti A., P. Volta, A. Fadda, A. Di Guardo & M. Manca. 2013. Seasonality, littoral vs. pelagic carbon sources and stepwise  $^{15}\text{N}$ -enrichment of pelagic food web in a deep subalpine lake: the role of planktivorous fish. *CJFAS*: submitted.